

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-233284

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

C09K 11/06

H05B 33/22

(21)Application number : 09-035010

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 19.02.1997

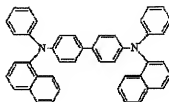
(72)Inventor : KAMIKAWA SHINKO
MIYAMOTO HIROO

(54) ORGANIC EL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a blue-light emitting organic EL element having high brightness and durability, and specifically an organic EL element having a peak wavelength of 400 to 520nm.

SOLUTION: In an organic EL element including as components, at least, a positive electrode, an organic luminous layer, an organic electron carrying layer, and a negative electrode, the organic EL element is constituted so that a hole blocking layer is provided between the said organic luminous layer and the negative electrode while that a diamine compound having a naphthyl radical expressed by the formula is used, as a major constituent, in the organic luminous layer, and that a wavelength peak of light generated by the organic EL element ranges from 400 to 520nm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233284

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

C 0 9 K 11/06

C 0 9 K 11/06

Z

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-35010

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月19日

(72) 発明者 上川 真弘

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気

工業株式会社内

(72) 発明者 宮本 裕生

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気

工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大塚 孝

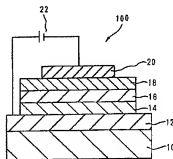
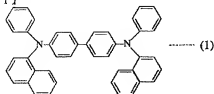
(54) 【発明の名称】 有機E L素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度で、耐久性のある青色発光有機E L素子、具体的にはピーク波長が400～520nmの有機E L素子を提供する。

【解決手段】 少なくとも陽極、有機発光層、有機電子輸送層および陰極を構成要素として含む有機E L素子において、当該有機発光層と陰極との間にホールブロッキング層を設けるとともに、当該有機発光層に、式(1)により表されるナフチル基を有するジアミン化合物を発光物質の主成分として用い、かつ、当該有機E L素子の発光の波長ピークが、400～520nmである、有機E L素子の構成とした。

【化1】



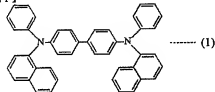
10: ガラス基板
14: 有機電子輸送層
16: 有機発光層
18: 陰極
20: 陽極
22: 電圧

有機E L素子 (二層構造-B型) の構成図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも陽極、有機発光層、有機電子輸送層および陰極を構成要素として含む有機EL素子において、当該有機発光層と陰極との間にホールブロッキング層を設けるとともに、当該有機発光層に、式(1)により表されるナフチル基を有するジアミン化合物を発光物質の主成分として用い、かつ、当該有機EL素子の発光の波長ピークが、400～520nmであることを特徴とする有機EL素子。

【化1】

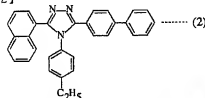


【請求項2】 前記ナフチル基を有するジアミン化合物のガラス転移点が、90～200℃であることを特徴とする、請求項1に記載の有機EL素子。

【請求項3】 前記ナフチル基を有するジアミン化合物のイオン化ポテンシャルが、5.0～5.5eVであることを特徴とする、請求項1または2に記載の有機EL素子。

【請求項4】 前記ホールブロッキング層に、式(2)で表されるトリアゾール化合物を主成分として用いることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の有機EL素子。

【化2】



【請求項5】 前記ホールブロッキング層の厚さが、0.1～1000nmであることを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の有機EL素子。

【請求項6】 前記有機電子輸送層に、アルミニウムキレート化合物を主成分として用いることを特徴とする、請求項1～5のいずれか1項に記載の有機EL素子。

【請求項7】 前記有機EL素子が、15V以下の低電圧の印加により、100cd/m²以上の輝度を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の有機EL素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、エレクトロルミネッセンスを利用した有機素子（以下、有機EL素子）に関し、特に、低電圧の印加によっても高輝度のEL発

光が得られ、しかも経時的に劣化の少ない、波長ピークが400～520nmの青色発光をする有機素子として最適な、有機EL素子に関する。

【0002】

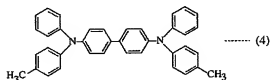
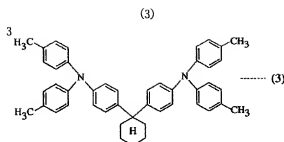
【従来の技術】 1963年に、アントラセンの結晶に直流電場を印加すると発光する、いわゆるエレクトロルミネッセンス現象が観測されて以来、様々な観点から当該EL現象を示す有機EL素子材料およびそれを用いた有機EL素子の研究が行われてきており、1987年には、T. W. TangやS. A. Van Slykeにより、蛍光性金属キレート錯体分子とホール輸送性ジアミン系分子の薄膜を積層させた構造により、低電圧直流駆動での高輝度発光を実現させている。

【0003】 ここで、従来の有機EL素子の構造としては、「有機EL素子開発戦略」（編集次世代表示デバイス研究会、1992年、（株）サイエンスフォーラム刊行）に記載されているように、一般に、発光層が電子輸送層を兼ねた、陽極、有機ホール輸送層、有機発光層および陰極からなる二層構造-A型、または、発光層がホール輸送層を兼ねた、陽極、有機発光層、有機電子輸送層および陰極からなる二層構造-B型、あるいは、ホール輸送層および電子輸送層がそれぞれ発光層とは独立して設けられた、陽極、有機ホール輸送層、有機発光層、有機電子輸送層および陰極からなる三層構造型であつて、適宜、これらの構造に併せてホールブロック層や電子ブロック層が、発光効率をさらに高めるために設けられているものである。

【0004】 そして、より具体的には、例えば二層構造-A型として、陰極には、ガラス基板にスパッタリング法等で製膜された酸化インジウムスズ（ITO）等の透明電極が用いられ、有機ホール輸送層には、銅フタロシアニン、式(3)で表される1,1'-ビス（4-N,N'-ジトリルアミノフェニル）シクロヘキサン、式(4)で表されるN,N'-ジフェニル-N,N'-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（以下、TPD）等のジアミン化合物が一般に用いられ、さらに有機発光層には、式(5)で表されるトリス（8-キノリノール）アルミニウム（以下、Alq）等が用いられ、陰極には、マグネシウム、マグネシウム-銀合金、アルミニウム等が用いられ、適宜、有機発光層における発光効率を高めるために、ドーパントとして、式(6)で表されるヘテロ環を有するE_u錯体や、式(7)で表される4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-p-ジメチルアミノスチリル-4-H-ピランやクマリン等が、有機発光層に、約0.1～3.0モル%の範囲で添加されて使用されていた。

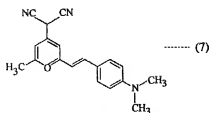
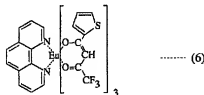
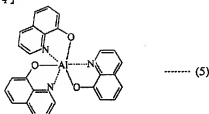
【0005】

【化3】



【0006】

【化4】



【0007】そして、有機EL素子材料の中でも、ホール輸送材料は、特に研究が進んでおり、特公昭34-10966、特公昭34-5466、特公昭58-32372、特開昭58-65440、特開昭64-13061、USP5061569等の公報に、ホール輸送材料が種々開示されており、中でも、TPDは、その優れたホール輸送性能（ホール移動度： $1.2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$

/V・s、イオン化ポテンシャル：5.4eV）等の観点から鋭意検討されている。

【0008】

- 20 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のホール輸送材料は、TPDを初めとして、「有機EL素子開発戦略」（編集次世代表示デバイス研究会、1992年、p.p. 99）に記載されているように、ほとんど発光性能を有していないか、あるいはホール輸送性能が良過ぎて、ホールを容易に通過させてしまうため、有機発光層として利用することが困難であるという問題があった。

- 30 【0009】一方、発光のピーク波長が520nm未満の青色発光の有機EL素子においては、有機EL素子を用いた表示パネルのカラー化等の目的のために、種々、研究や検討がなされているものの、（1）初期段階から輝度が低い、（2）青色発光物質が、有機EL素子の発熱等のために劣化しやすく、耐久性に乏しい、特に、TPDは、耐熱性に乏しく、素子の駆動に伴う発熱により、容易に劣化しやすい、（3）輝度を上げるために、高い電圧付加が必要となり、ますます、従来の青色発光の有機EL素子においては、有機EL素子の発熱による劣化が促進されやすいという問題が見られた。

- 40 【0010】そこで、従来、高輝度で、耐久性のある青色発光有機EL素子、具体的にはピーク波長が520nm未満の有機EL素子が望まれていた。

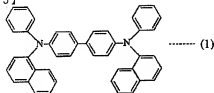
【0011】しかるに、この発明においては、従来は、ガラス転移点が高く、結晶化しやすい等の理由により、発光物質としては研究がなされていなかった、式（1）で表されるN,N'-ジフェニル-N,N'-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（以下NPД）の優れたホール輸送性能や耐熱性に着目し、当該NPДのホールの移動性を制御することにより、優れた発光物質としての機能を発揮することを見だし、発明を完成させたものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明によれば、少なくとも陽極、有機発光層、有機電子輸送層および陰極を構成要素として含む有機EL素子において、当該有機発光層と陰極との間にホールブロッッキング層を設けるとともに、当該有機発光層に、式(1)により表されるナフチル基を有するジアミン化合物(N,N'-ジフェニル-N,N'-4-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアン)を主成分として用い、かつ、当該有機EL素子の波長ピークが、400~520nmであることを特徴とする。

【0013】

【化5】



【0014】そこで、まず、この発明の特徴たる有機発光層について説明する。すなわち、有機発光層は、陽極から注入されたホールと陰極から注入された電子とが再結合し、かかる再結合のエネルギーにより、有機発光層における発光物質を励起させて、EL発光する層とする。

【0015】そして、この発明においては、当該有機発光層に、式(1)で表されるナフチル基を有するジアミン化合物を用いることを必要要件とする。

【0016】なぜならば、NPDは、分子内にナフチル基を有するジアミン化合物であるため、従来、類似化合物として知られていたTPD等と比較して、(1)イオン化ポテンシャルがより小さいため、陽極からホールが注入されやすく、(2)そして、ホール輸送性が高いものの、ホールブロッッキング層を別途設けることにより、ホールの移動性を比較的容易に制御することができ、

(3)分子内に有するナフチル基のために、適当なガラス転移点を有し、耐熱性に優れているとともに、かかるガラス転移点の範囲内であれば、真空蒸着等により、容易に薄膜形成が可能であり、(4)ピーク波長が400~520nmの青色のEL発光において、高い輝度で得られ、従来見いだされていなかった優れた発光物質としての機能を発揮するためである。

【0017】なお、この発明に用いられるNPDは、種々のNPDの誘導体を含む広い意味であり、よって、この明細書でNPDと言うときは、NPDの単独使用はもちろんのこと、NPDの誘導体の単独使用あるいは、NPDおよびNPDの誘導体との混合使用をも意味するものである。

【0018】また、NPDの誘導体とは、より具体的に、分子内に含まれるベンゼン環またはナフテン環に存

在する少なくとも1つの水素が、ヒドロキシ基、メチル基、エチル基、ハロゲン化メチル等のアルキル基、シクロペンタン、シクロヘキサン等のシクロアルキル基、あるいはベンジル基、ナフチル基等のアリール基等により置換されたものをいい、各種誘導体がこの発明に使用可能である。

【0019】次に、NPDの諸特性について説明する。まず、NPDのガラス転移点については、90~200℃の範囲内であることが好適である。その理由は、NPDのガラス転移点がかかる温度範囲内であれば、耐熱性や耐酸化性が良好であるばかりか、真空蒸着法等により、容易にNPDの薄膜形成が可能なのである。

【0020】よって、かかるバランスがより好適な観点から、NPDのガラス転移点としては、100~200℃の範囲内がより好適である。

【0021】なお、当該ガラス転移点は、基本的にNPDの構造式により定まるものであるが、NPDの分子量、分子量分布、純度あるいは置換基の種類や量、さらには添加剤を加える等により調節することが可能である。

【0022】また、NPDのイオン化ポテンシャルは、4.7~5.5eVの範囲内であることが好適である。その理由は、NPDのイオン化ポテンシャルがかかる範囲内であれば、陽極を介してのホールの注入効率に優れているためである。

【0023】よって、かかるバランスがより好適な観点から、NPDのイオン化ポテンシャルとしては、より好適には、5.0~5.3eVの範囲内である。

【0024】なお、当該イオン化ポテンシャルについても、基本的にはNPの構造式により定まるものであるが、NPDの分子量、分子量分布、純度、吸水率あるいは置換基の種類や量、さらには添加剤を加えること等により調節することが可能である。

【0025】その他、この発明に用いられるNPDおよびその誘導体の合成方法については、特に限定されるものではないが、例えば、ウルマン(Ullmann)反応を用いて、ハロゲン化アリールとアリールアミンからジアリールアミンとしてNPDを合成することができる。なお、合成された化合物が、式(1)で表される構造を有しているか否かは、赤外分光光度計やNMR等を用いて、容易に確認することが可能である。

【0026】また、この発明における有機発光層には、NPDのほか、従来の発光物質やドープメントを、この発明の目的を達成しない範囲で所定量添加することも可能である。具体的に好適な発光物質としては、Alオキシン錯体、ペリレン系化合物、ナフタレン系化合物、クマリン系化合物、オキサジアゾール系化合物、アルゲン系化合物、ビスベンゾキサゾリン系化合物、ビスチラル系化合物、ピラジン系化合物、CPD系化合物、Inオキシン錯体、Zn錯体、Feオキシン錯体、Gaイ

ミン錯体、Eu錯体等がある。

【0027】次に、この発明における有機発光層の構成について説明する。前述したように、有機発光層は、陽極から注入されたホールと陰極から注入された電子とが再結合して発するエネルギーにより、発光物質を励起して発光させる機能を有するものである。

【0028】よって、かかる有機発光層の厚さ、高い発光輝度を示すか否かの観点から、定めることが好適であるが、一方で、耐久性の高い有機EL素子を得るためには、有機EL素子の内部抵抗の増加や有機発光層の機械的耐久性等も考慮する必要がある。

【0029】そして、より具体的な有機発光層の厚さは、例えば1~1000nmの範囲内が好適である。その理由は、かかる範囲内であればホールと電子の再結合エネルギーが電極に吸収される割合が少なくなり、また、有機発光層の膜厚の増加に伴う有機EL素子の内部抵抗値の増加もあまり問題とならないためであり、さらには、一定の有機発光層の機械的耐久性も得られるためである。そして、かかるバランスがより好適な観点から、有機発光層の厚さは、より好適には、20~100nmの範囲内である。

【0030】なお、この発明においては、有機ホール輸送層と有機電子輸送層を直接積層し、特に有機発光層とに設けられない場合であって、当該有機ホール輸送層と有機電子輸送層の界面で発光する場合の実質的な発光部位もまた、有機発光層に含まれるものである。

【0031】その他、有機発光層が、ホール輸送性も有する場合には、一般に、有機EL素子に有機ホール輸送層を別途設ける必要はない。そして、この発明に用いられる式(1)で表されるナフチル基を有するジアミン化合物は、前述したように、優れたホール輸送性を有しており、この発明の有機EL素子において、有機ホール輸送層を設けることは必ずしも必須要件ではなく、逆に、この発明は、有機ホール輸送層を省略して、有機EL素子の内部抵抗を減少させることができるという利点を有している。

【0032】但し、陽極からのホールを、有機発光層にさらに効率良く導入したい場合、あるいは当該有機発光層に、ホール輸送性を有しないか、あるいはホール輸送性に乏しい発光物質を、NPDと混合して使用する場合には、図2に示すように、陽極と有機発光層との間に、厚さ10~1000nmの有機ホール輸送層を設けることも、ホール輸送性の調節のために好適である。

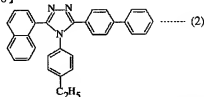
【0033】次に、この発明の有機EL素子におけるホールブロッッキング層について説明する。すなわち、ホールブロッッキング層は、NPDの優れたホール輸送性のために、有機発光層を透過しやすいホールを有効に遮蔽し、NPDを発光物質として機能あらしめるものであり、有機発光層と有機電子輸送層との間に設けられる。

【0034】ここで、当該ホールブロッッキング層の材料

としては、イオン化ポテンシャルが大きく、ホール移動度の小さいものであれば好適に使用可能であるが、特に、式(2)で表されるトリアゾール化合物およびその誘導体の、双方またはいずれか一方を、主成分としたものが好適である。

【0035】

【化6】



【0036】なぜならば、トリアゾール化合物およびその誘導体は、イオン化ポテンシャルが6.0eV以上と高く、優れたホール遮蔽効果が得られるためであり、また、当該化合物は、真空蒸着法等により、容易に薄膜形成ができ、有機EL素子材料としての使い手が良好なためでもある。

【0037】そして、さらには、トリアゾール化合物およびその誘導体が、この発明に好適であるというのは、トリアゾール化合物およびその誘導体の紫外線の吸収波長は、一般に300~400nm(3.1~4.1eV)であり、エネルギーレベル的に、かかる範囲の波長を有する化合物であれば、電子の移動性に対して、あまり影響を与えないためである。

【0038】ここで、当該ホールブロッッキング層の厚さは、ホールブロッッキング効果や機械的強度、さらには、有機EL素子の内部抵抗の増加等を考慮して定めることが好適であるが、具体的には、例えば0.1~1000nmの範囲内とすることが可能である。その理由は、当該厚さであれば、一定の機械的強度や、一定のホールブロッッキング効果が得られるとともに、ホールブロッッキング層に起因する有機EL素子の内部抵抗の増加もあまり問題とならないためである。

【0039】よって、かかるバランスがより良好であり、またホールブロッッキング層の厚さの制御が容易なこととから、当該ホールブロッッキング層の厚さは、より好適には、1~100nm、最悪には、5~30nmの範囲内とするのが良い。

【0040】なお、当該ホールブロッッキング層の厚さは、真空蒸着法における、蒸着時間や蒸着速度等を制御することにより、容易に調整することが可能である。

【0041】次に、この発明における有機電子輸送層について説明する。すなわち、有機電子輸送層は、陰極から注入された電子を、有機発光層に伝達する機能を有するものとする。当該有機電子輸送層の材料としては、金属キレート化合物、多環縮合炭化水素、ペンスオキサゾール、ペンソチアゾール、ペリリン系化合物等を好適に用いることができる。

【0042】そして、金属キレート化合物のうち、アルミニウムキレート化合物は、特に電子輸送性が高い点で、この発明に好適であり、中でも、式(5)で表されるAlqは、電子輸送性や耐熱性に優れ、しかも使用実績もある点で、本発明の有機電子輸送層の材料として最適である。

【0043】また、当該有機電子輸送層の厚さは、電子輸送性、有機EL素子の内部抵抗の増加および機械的強度等を考慮して定めることが好適であるが、具体的に、例えば10～1000nmの範囲が好適である。その理由は、当該厚さであれば、一定の電子輸送性および薄膜の機械的強度が得られるとともに、有機電子輸送層に起因する有機EL素子の内部抵抗の増加もあまり問題とならないためである。

【0044】よって、かかるバランスがより良好であり、また有機電子輸送層の厚さの制御が容易なことから、より好適には、15～500nm、最適には、20～100nmの範囲内とするのが良い。

【0045】なお、当該有機電子輸送層の厚さは、真空蒸着法における、蒸着時間や蒸着速度等を制御することにより、容易に調整することが可能である。

【0046】次に、この発明の有機EL素子における、電極(陽極と陰極)について説明する。すなわち、陽極は、電圧を外部に印加することにより、ホールが注入される機能を有する。そのため、陽極材料としては、仕事関数の大きな(概ね4.0eV以上)金属や電気伝導材料を用いることができる。具体的には、酸化インジウムスズ(ITO)、SnO₂、ZnOなどの透明酸化物導電材料、または金等の金属が好適である。

【0047】なお、一般に、有機EL素子においては陽極側に発光させるため、陽極の材料としては、可視光域の光透過率が優れている点から、透明酸化物導電材料の使用が好適である。

【0048】一方、陰極は、有機発光層および有機ホール輸送層への電子の注入効率が良い点から、仕事関数の小さい(概ね4.0eV以下)金属や合金が好適である。そして、陰極材料として、より具体的には、マグネシウム、インジウム、アルミニウム等の金属あるいは、マグネシウムとアルミニウム、マグネシウムとインジウム、あるいはアルミニウムとリチウム等の合金が使用に最適である。特に、マグネシウムは、電子の注入効率が優れているとともに、安価で、化学的に安定な点で、この発明の陰極として使用に最適である。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について、図1および2を用いて、より具体的に説明する。

【0050】図1は、この発明における、二層構造-B型の有機EL素子の一例である。ガラス基板10の上に、酸化インジウムスズ(ITO)等がスパッタリング等により積層されて陽極12として形成されており、そ

の上に、有機発光層14、ホールブロッキング層16、有機電子輸送層18および陰極20が、順次蒸着等により積層されている。そして、陽極12と陰極20が電源22に接続されて、有機EL素子100が構成されている。

【0051】かかる有機EL素子100の構成によれば、まず、電源22により所定の電圧が電極に印加されることにより、陽極12には、ホールが注入され、そして、注入されたホールは速やかに有機発光層14へと移動する。その際、ホールは、この発明に用いられたNPDの優れたホール輸送性により、有機発光層14を透過しようとするが、ホールブロッキング層16により有効に遮蔽されて、有機発光層14内にとどまることになる。

【0052】一方、電源22から陰極20には、電子が注入され、そして、注入された電子は、有機電子輸送層18およびホールブロッキング層16を介して、有機発光層14へと移動させられる。

【0053】そして、当該電子は、有機発光層14において、ホールブロッキング層16により遮蔽されて有機発光層14にとどまったホールと再結合し、当該再結合のエネルギーにより、この発明における発光物質であるNPDを励起させ、結果として、有機EL素子100は、ピーク波長が400～520nmの、青色系の高輝度のEL発光をする。そして、さらには、有機EL素子100は、耐熱性、耐酸化性に優れたNPDを発光物質として用いていることにより、当該高輝度のEL発光が持続する。

【0054】図2は、この発明における、三層構造型の有機EL素子の一例である。ガラス基板10の上に、酸化インジウムスズ(ITO)等が、スパッタリング等により積層されて陽極12として形成されており、その上に、有機ホール輸送層24、有機発光層14、ホールブロッキング層16、有機電子輸送層18および陰極20が、順次蒸着等により積層されている。そして、陽極12と陰極20が電源22に接続されて、有機EL素子200が構成されている。

【0055】かかる有機EL素子200の構成によれば、まず、電源22により所定の電圧が電極に印加されることにより、陽極12には、ホールが注入される。それから、注入されたホールは、有機ホール輸送層24を介して、より速く、より効率良く有機発光層14へ移動させられる。

【0056】そして、この発明に用いられたNPDの優れたホール輸送性により、ホールはさらに有機発光層14を透過しようとするが、ホールブロッキング層16により有効に遮蔽されて、有機発光層14内にとどまることになる。

【0057】一方、図1の有機EL素子100と同様に、陰極20には、電源22から電子が注入される。そ

して、注入された電子は、有機電子輸送層18およびホールブロッキング層16を介して、有機発光層14へと移動する。そして、さらに、当該電子は、有機発光層14において、有機発光層14内にとどまったホールと再結合し、当該再結合のエネルギーにより、この発明における発光物質であるNP Dを励起させ、結果として、有機EL素子200は高輝度のEL発光を行い、しかも高輝度のEL発光が持続する。

【0058】

【実施例】この発明を、さらに実施例を用いて詳細に説明する。

【0059】（実施例1）電極として、厚さ200nmになるように、酸化インジウムスズ（ITO）を、ガラス基板にスパッタリングしたものを、当該ガラス基板を、アセトンおよび2-プロパノールを用いて順次洗浄した後、真空蒸着法を用いて、有機発光層としてNP Dを50nmの厚さに積層した。なお、使用したNP Dの、ガラス転移点は、92.0℃であり、イオン化ポテンシャルは、5.2eVであった。

【0060】それから、その上に、ホールブロッキング層として、式（2）に示すトリアゾール化合物を15nmの厚さに積層し、さらに順次、有機電子輸送層として、厚さ30nmのAlq₃、陰極として、厚さ150nmのマグネシウムを、それぞれ真空蒸着法を用いて積層し、二層構造-B型の有機EL素子を得た。

【0061】そして、当該有機EL素子に、電源を用いて17Vまでの電圧を负荷し、発光輝度を、輝度計を用いて測定した。その測定結果を、図3に示す。なお、測定データは、横軸に電圧（V）をとり、縦軸に輝度（cd/m²）をとって示している。

【0062】測定結果から明らかなように、この発明の有機EL素子は、5V過ぎの電圧からEL発光を開始し、10Vの電圧负荷により、輝度は100cd/m²以上となり、14Vの電圧负荷により、約400cd/m²の最大輝度を示した。

【0063】また、14Vの電圧负荷を続けたところ、100時間経過後も、顕著な輝度の低下は見られなかった。

【0064】一方、蛍光分光光度計を用いて、当該有機EL素子の14Vの電圧负荷時の波長を調べたところ、約450nmのピーク波長が得られ、青色発光をしていることが確認された。

【0065】（実施例2および3）ホールブロッキング層の厚さを、実施例1における15nmから、実施例2では1nm、実施例3では、100nmに変えたほかは、実施例1と同様の有機EL素子を作製し、輝度およびピーク波長を同様に測定した。

【0066】その結果、有機EL素子のピーク波長はそれぞれ同等であったが、輝度は、14Vの電圧増加により、それぞれ低下し、約100cd/m²未満となっ

た。この理由は、実施例2においては、ホールブロッキング層の厚さが薄いために、有機発光層にとどまるホールの割合が少なかったためと考えられ、一方、実施例3においては、ホールブロッキング層の厚さが厚いため、内部抵抗が高くなり、ホールと電子の結合率が低下したためと考えられる。

【0067】（比較例1）実施例1におけるNP Dの代わりに、TPDを用いたほかは、実施例1と同様の有機EL素子を作製し、輝度およびピーク波長を同様に測定した。

【0068】その結果、最大輝度は、約20cd/m²であり、実施例1の約1/20であった。さらに、電圧印加を続けたところ、有機EL素子が劣化し、1時間以内に顕著な輝度の低下が見られ、ほとんどEL発光をしなくなった。

【0069】（比較例2）実施例1の構成において、ホールブロッキング層を設けなかったほかは、実施例1と同様の有機EL素子を作製し、輝度およびピーク波長を同様に測定した。

【0070】その結果、当該有機EL素子においては、有機電子輸送層のAlq₃が青色発光をするのみであり、NP Dからなる層は、有機ホール輸送層として機能するばかりであった。

【0071】

【発明の効果】有機発光層に、発光物質として、ホール輸送性が高く、イオン化ポテンシャルが小さいためにホールが陰極から注入されやすいNP Dを用い、さらにホールブロッキング層を設けて有機発光層のホール移動性を調整した、この発明の有機EL素子は、（1）15V以下の低電圧において、高いEL発光の輝度、具体的には、400〜520nmの青色発光の波長において、100cd/m²以上、より好適には200cd/m²以上の高い輝度を示した。

【0072】（2）また、有機EL素子の発熱により、発光物質であるNP Dが容易に劣化することなく、時間の経過とともに、発光輝度が顕著に低下することはなかった。

【0073】（3）さらに、当該発明の有機発光層に用いるNP Dは、ホール輸送性が高いために、有機発光層が有機ホール輸送層を兼ねることができ、有機ホール輸送層を別途設ける必要がなく、省略できるという利点も得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の有機EL素子の構成例（二層構造-B型）を示す図である。

【図2】この発明の有機EL素子の構成例（三層構造型）を示す図である。

【図3】図1に示す有機EL素子の、電圧-輝度特性を示す図である。

【図4】図1に示す有機EL素子の、EL発光スペクト

ルを示す図である。

【符号の説明】

10：ガラス基板

12：陽極

14：有機発光層

16：ホールブロッキング層

* 18：有機電子輸送層

20：陰極

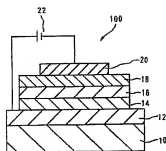
22：電源

24：有機ホール輸送層

100、200：有機EL素子

*

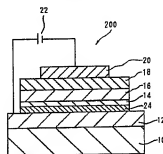
【図1】



10：ガラス基板
12：陽極
14：有機発光層
16：ホールブロッキング層
18：有機電子輸送層
20：陰極
22：電源
100：有機EL素子 (二層構造-B型)

有機EL素子 (二層構造-B型) の構成図

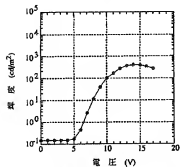
【図2】



24：有機ホール輸送層 200：有機EL素子 (三層型構造)

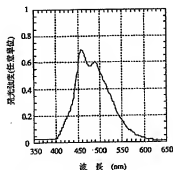
有機EL素子 (三層構造型) の構成図

【図3】



有機EL素子の電圧-輝度特性

【図4】



有機EL素子のEL発光スペクトル